

## A Systematic Review: Potential Gastroprotective and Antimicrobial Effects of the Genus *Sterculia*, along with Their Mechanism of Action

### Tinjauan Sistematis Potensi Efek Gastroprotektif dan Antimikroba dari Genus *Sterculia*, beserta Mekanisme Kerja

Suwardi Toy <sup>a</sup>, Suci Nar Vikasari <sup>b\*</sup>

<sup>a</sup> Program Studi Magister Farmasi, Fakultas Farmasi, Universitas Jenderal Achmad Yani, Cimahi, Jawa Barat, Indonesia.

<sup>b</sup> Kelompok Keahlian Farmakologi, Toksikologi dan Farmasi Klinis, Fakultas Farmasi, Universitas Jenderal Achmad Yani, Cimahi, Jawa Barat, Indonesia.

\*Corresponding Authors: [suci.vikasari@lecture.unjani.ac.id](mailto:suci.vikasari@lecture.unjani.ac.id)

#### Abstract

Gastrointestinal disorders, particularly peptic ulcer and gastritis associated with *Helicobacter pylori* infection, remain a pressing global health burden that is compounded by rising antimicrobial resistance to standard eradication therapies. The genus *Sterculia* (*Malvaceae*) has long been used in traditional medicine to treat these conditions, yet no systematic synthesis of its efficacy and underlying phytochemical mechanisms has previously been available. This systematic review followed the PRISMA 2020 guidelines and a PICO framework, searching PubMed, ScienceDirect, Scopus, and Google Scholar, with study quality appraised using the Young and Solomon instrument. Ten eligible articles were narratively synthesized. Findings showed that a methanolic seed extract of *Sterculia nobilis* inhibited reserpine-induced gastric ulceration by up to 65.1% at 400 mg/kg, approaching the efficacy of ranitidine, through reduced gastric acid secretion, modulation of serum neuropeptides, and enhanced superoxide dismutase activity. *Sterculia urens* gum functioned dually as a gastroretentive drug-delivery matrix and an intrinsic antioxidant agent. Antimicrobial activity was consistently observed across species: fraxetin from *Sterculia quadrifida* significantly inhibited gastrointestinal bacterial pathogens, while *Sterculia foetida* exhibited notable antifungal potential against *Candida spp.* Three convergent mechanisms free-radical scavenging, neuropeptide modulation, and polysaccharide-mediated mucosal protection appear to underlie the gastroprotective effects of this genus. However, the absence of clinical trials and direct evaluation against *Helicobacter pylori* represent major evidence gaps. These findings provide a scientific basis for developing *Sterculia*-based gastrointestinal therapeutic agents, although further preclinical and clinical research is warranted to confirm their efficacy and safety.

**Keywords:** *Sterculia*, gastroprotective, antimicrobial, phytochemicals, systematic review

#### Abstrak

Gangguan gastrointestinal, khususnya tukak peptik dan gastritis yang dipicu infeksi *Helicobacter pylori*, tetap menjadi masalah kesehatan global yang kian diperberat oleh meningkatnya resistensi antimikroba terhadap terapi eradikasi standar. Genus *Sterculia* (*Malvaceae*) telah lama digunakan dalam pengobatan tradisional untuk mengatasi gangguan tersebut, namun bukti ilmiah mengenai efikasi dan mekanisme fitokimianya belum dikaji secara sistematis. Tinjauan sistematis ini disusun mengacu pada pedoman PRISMA 2020 dengan pendekatan PICO, menelusuri literatur dari PubMed, ScienceDirect, Scopus, dan Google Scholar, serta menilai kualitas artikel menggunakan instrumen Young and Solomon. Sepuluh artikel yang memenuhi kriteria inklusi dianalisis secara naratif. Hasil menunjukkan bahwa ekstrak metanol biji *Sterculia nobilis* menghambat tukak lambung terinduksi reserpin hingga 65,1% pada dosis 400 mg/kgBB, mendekati efikasi ranitidin, melalui penurunan sekresi asam lambung, modulasi neuropeptida serum, dan peningkatan aktivitas superoksida dismutase. Gom *Sterculia urens* terbukti berfungsi ganda sebagai matriks penghantaran obat gastroretentif dan agen antioksidan intrinsik. Aktivitas antimikroba terkonfirmasi pada beberapa spesies, dengan senyawa fraxetin pada *Sterculia quadrifida* menghambat bakteri patogen saluran cerna secara signifikan, sementara *Sterculia foetida* menunjukkan potensi antijamur terhadap *Candida spp.* Tiga mekanisme utama penangkapan radikal bebas, modulasi neuropeptida, dan proteksi mukosa berbasis polisakarida, mendasari efek gastroprotektif genus ini. Namun, ketiadaan uji klinis dan evaluasi langsung terhadap *Helicobacter pylori* menjadi keterbatasan utama. Temuan ini memberikan landasan ilmiah bagi pengembangan agen terapi gastrointestinal berbasis *Sterculia*, meskipun diperlukan penelitian praklinis dan klinis lebih lanjut untuk validasi efikasi dan keamanannya.

**Kata Kunci:** *Sterculia*, gastroprotektif, antimikroba, fitokimia, tinjauan sistematis



Copyright © 2020 The author(s). You are free to : **Share** (copy and redistribute the material in any medium or format) and **Adapt** (remix, transform, and build upon the material) under the following terms: **Attribution** — You must give appropriate credit, provide a link to the license, and indicate if changes were made. You may do so in any reasonable manner, but not in any way that suggests the licensor endorses you or your use; **NonCommercial** — You may not use the material for commercial purposes; **ShareAlike** — If you remix, transform, or build upon the material, you must distribute your contributions under the same license as the original. Content from this work may be used under the terms of the a [Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International \(CC BY-NC-SA 4.0\) License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

<https://doi.org/10.36490/journal-jps.com.v9i3.1727>

#### Article History:

Received: 07/07/2026,  
Revised: 23/09/2026  
Accepted: 24/09/2026,  
Available Online: 24/09/2026.

#### QR access this Article



## Pendahuluan

Gangguan gastrointestinal merupakan permasalahan kesehatan global yang terus berkembang. Data *Global Burden of Disease* (GBD) Study 2021 mencatat jumlah kasus tukak peptik (*peptic ulcer disease*/PUD) mencapai sekitar 2,85 juta kasus, meningkat 11,1% dibandingkan tahun 1990, dengan angka kematian sebesar 230.217 jiwa [1]. Di sisi lain, gastritis dan duodenitis sebagai prekursor utama ulserasi menunjukkan peningkatan kasus absolut meskipun angka standarisasi usia mengalami penurunan, yang mencerminkan beban penyakit yang masih substansial seiring pertumbuhan populasi [2]. Infeksi *Helicobacter pylori* (*Helicobacter pylori*) diakui sebagai faktor etiologi utama dalam patogenesis kondisi-kondisi tersebut. Tinjauan sistematis terhadap 1.748 artikel dari 111 negara melaporkan prevalensi global *Helicobacter pylori* pada orang dewasa sebesar 43,9% (95% CI: 42,3–45,5%) pada periode 2015–2022, dengan angka tertinggi di Afrika (79,1%) dan Asia (54,7%) [3][4].

Terapi eradikasi standar berupa *triple therapy* yang mengombinasikan dua antibiotik (klaritromisin dan amoksisilin) dengan penghambat pompa proton (PPI) menghadapi tantangan serius akibat resistensi antimikroba yang terus meningkat. Tingkat resistensi klaritromisin di kawasan Mediterania dan Pasifik Barat masing-masing mencapai 33% dan 34%, sementara di China terjadi lonjakan dari 14,8% pada tahun 2000 menjadi 52,6% pada tahun 2014 (Thung et al., 2016; Lin et al., 2023, seperti dikutip dalam Sathianarayanan et al., 2023) [5]. Kondisi ini mendorong kegagalan terapi berulang dan kepatuhan pasien yang rendah, sehingga pencarian alternatif terapi yang lebih efektif dan aman menjadi suatu kebutuhan mendesak [6].

Genus *Sterculia* (famili *Malvaceae*) yang terdiri atas sekitar 200–300 spesies yang tersebar di kawasan tropis dan subtropis Afrika, Asia, dan Australia [7], telah lama dimanfaatkan dalam pengobatan tradisional untuk mengatasi gangguan gastrointestinal, infeksi mikroba, dan peradangan. Kajian fitokimia menunjukkan kandungan dominan berupa flavonoid, terpenoid, fenilpropanoid, alkaloid, dan asam lemak dengan spektrum aktivitas farmakologis yang luas meliputi efek antiinflamasi, antioksidan, antibakteri, dan antiulser [8][9]. Secara eksperimental, ekstrak etanol *Sterculia striata* terbukti menghambat lesi lambung melalui jalur nitric oxide dan mekanisme antioksidan, dengan lupeol sebagai senyawa aktif utamanya [10]. Sementara itu, ekstrak metanol biji *Sterculia nobilis* Smith memberikan proteksi lambung pada model tukak yang diinduksi reserpin melalui penekanan sekresi asam, modulasi neuropeptida serum, peningkatan aktivitas SOD, dan penurunan kadar MDA jaringan lambung [11]. Aktivitas antimikroba juga terdokumentasi pada *Sterculia setigera* dan *Sterculia villosa*, yang dikaitkan dengan kandungan saponin, alkaloid, dan polifenol spesies tersebut [12][13].

Wang et al., (2024) menyatakan bahwa bukti ilmiah mengenai potensi farmakologis genus *Sterculia* terus berkembang [8] menyatakan secara eksplisit bahwa penelitian mendalam mengenai dasar material terapeutik genus ini masih sangat terbatas dan belum terintegrasi secara komprehensif. Hingga saat ini belum tersedia satu pun *systematic literature review* yang secara khusus mengkaji efektivitas gastroprotektif dan antimikroba genus *Sterculia* terhadap gangguan gastrointestinal beserta mekanisme fitokimianya. Oleh karena itu, penelitian ini dilaksanakan dalam bentuk SLR mengacu pada panduan PRISMA 2020 [14], dengan pertanyaan penelitian: "Bagaimana efikasi gastroprotektif dan antimikroba tanaman dari genus *Sterculia*, serta mekanisme fitokimia apa yang berperan dalam efeknya terhadap gangguan gastrointestinal?" Tinjauan ini bertujuan mengevaluasi efikasi berdasarkan model eksperimental yang digunakan, aktivitas antimikroba terhadap patogen gastrointestinal relevan, serta mekanisme fitokimia yang mendasari kedua efek tersebut, guna menyediakan landasan ilmiah bagi pengembangan agen terapi gastrointestinal berbasis genus *Sterculia*.

## Metode

Kajian ini merupakan penelitian bersifat observasional yang disusun dalam bentuk *Systematic Review* (SR), dengan tujuan menghadirkan rujukan informasi yang berkualitas mengenai tumbuhan dari genus *Sterculia* yang telah terbukti memiliki khasiat gastroprotektif. Pelaksanaan penelitian diawali dengan penetapan latar belakang kajian, dilanjutkan dengan penyusunan rumusan masalah penelitian melalui pendekatan PICO, serta perancangan strategi penelusuran literatur yang mengacu pada kerangka kerja PRISMA. Adapun proses pencarian pustaka dibatasi pada tiga basis data, yakni PubMed, ScienceDirect, Scopus, dan Google Scholar, dengan menggunakan kata kunci yang telah dirumuskan berdasarkan pendekatan PICO sebagaimana tercantum pada tahap perumusan pertanyaan penelitian (Tabel 1). Susunan kata kunci tersebut dibentuk dengan memanfaatkan Boolean Operators sehingga menghasilkan kombinasi ("Sterculia" OR "Sterculiaceae") AND ("gastrointestinal disorders" OR "gastrointestinal diseases" OR "gastrointestinal infection" AND ("gastroprotective" OR "gastroprotective activity" OR "antiulcer" OR "antibacterial").

Proses penyaringan artikel dilakukan dengan menerapkan kriteria inklusi maupun eksklusi. Kriteria inklusi yang ditetapkan meliputi: adanya bukti aktivitas gastroprotektif dari genus *Sterculia*; artikel bersifat *open access*; serta merupakan publikasi yang terbit pada rentang tahun 2015 hingga 2026 untuk database yang diperoleh dari Google Scholar sedangkan untuk database yang diperoleh dari PubMed, ScienceDirect, Scopus tidak dilakukan pembatasan tahun terbit dikarenakan minimnya publikasi. Sementara itu, kriteria eksklusi yang diterapkan mencakup beberapa hal, yaitu: judul dan abstrak artikel yang dinilai tidak relevan dengan topik kajian, ditemukannya duplikasi artikel, di mana apabila terdapat lebih dari satu salinan artikel yang sama, hanya satu di antaranya yang akan dipertahankan untuk digunakan; serta artikel yang tidak memenuhi standar kualitas yang telah ditentukan, misalnya tidak mencantumkan informasi dasar mengenai identitas tumbuhan, bukan merupakan spesies yang tergolong dalam genus *Sterculia*, bukan merupakan artikel penelitian orisinal, atau tidak menyertakan kelompok pembanding maupun kontrol positif.

Tahap eksklusi berikutnya melibatkan penilaian mutu artikel dengan menggunakan instrumen *critical appraisal* dari Young and Solomon [15]. Setelah itu, dilakukan proses ekstraksi data, kemudian dilanjutkan dengan sintesis temuan menggunakan pendekatan meta-sintesis dan meta-agregasi, serta diakhiri dengan penyajian hasil kajian secara keseluruhan.

**Tabel 1.** Susunan Kerangka PICO dalam Penyusunan Pertanyaan Penelitian.

| PICO                      | Keterangan                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| P ( <i>Population</i> )   | Model, subjek, atau kondisi yang berkaitan dengan gangguan gastrointestinal, seperti gastritis, ulkus peptikum, infeksi gastrointestinal, diare, dispepsia, inflamasi lambung, atau gangguan saluran cerna lainnya.                                                           |
| I ( <i>Intervention</i> ) | Penggunaan tanaman dari genus <i>Sterculia</i> , termasuk ekstrak tanaman, fraksi, senyawa bioaktif, metabolit sekunder, atau fitokimia dari spesies <i>Sterculia</i> .                                                                                                       |
| C ( <i>Comparison</i> )   | Kontrol negatif, kontrol positif, obat standar, antibiotik, agen gastroprotektif standar, atau kelompok tanpa perlakuan. Pada <i>systematic review</i> berbasis studi pra-klinik, komponen ini bisa bersifat opsional karena tidak semua studi memiliki pembanding yang sama. |
| O ( <i>Outcome</i> )      | Aktivitas gastroprotektif, antiulkus, antimikroba, antibakteri, antiinflamasi gastrointestinal, penurunan lesi lambung, hambatan pertumbuhan mikroba gastrointestinal, serta mekanisme fitokimia yang terlibat.                                                               |

Tahapan penyaringan hingga penilaian mutu artikel dalam penelitian ini mengacu pada instrumen Young & Solomon yang terdiri atas 10 butir pertanyaan. Instrumen tersebut digunakan sebagai alat ukur kualitas artikel melalui penilaian tingkat risiko bias. Hasil penilaian risiko bias menunjukkan bahwa seluruh artikel berada pada kategori *low risk of bias* untuk butir pertanyaan nomor 1, 2, 3, 4, 6, dan 7. Sementara itu, ditemukan 2 artikel yang masuk kategori *unclear* pada pertanyaan nomor 5, 8, dan 9, serta 3 artikel dengan status *unclear* pada pertanyaan nomor 10. Keseluruhan artikel, mulai dari artikel pertama hingga kesepuluh, telah memenuhi *domain key* yang menjadi acuan utama dalam penelitian ini, yakni butir pertanyaan nomor 4 yang berkaitan dengan desain penelitian (*study design*).

## Hasil dan Diskusi

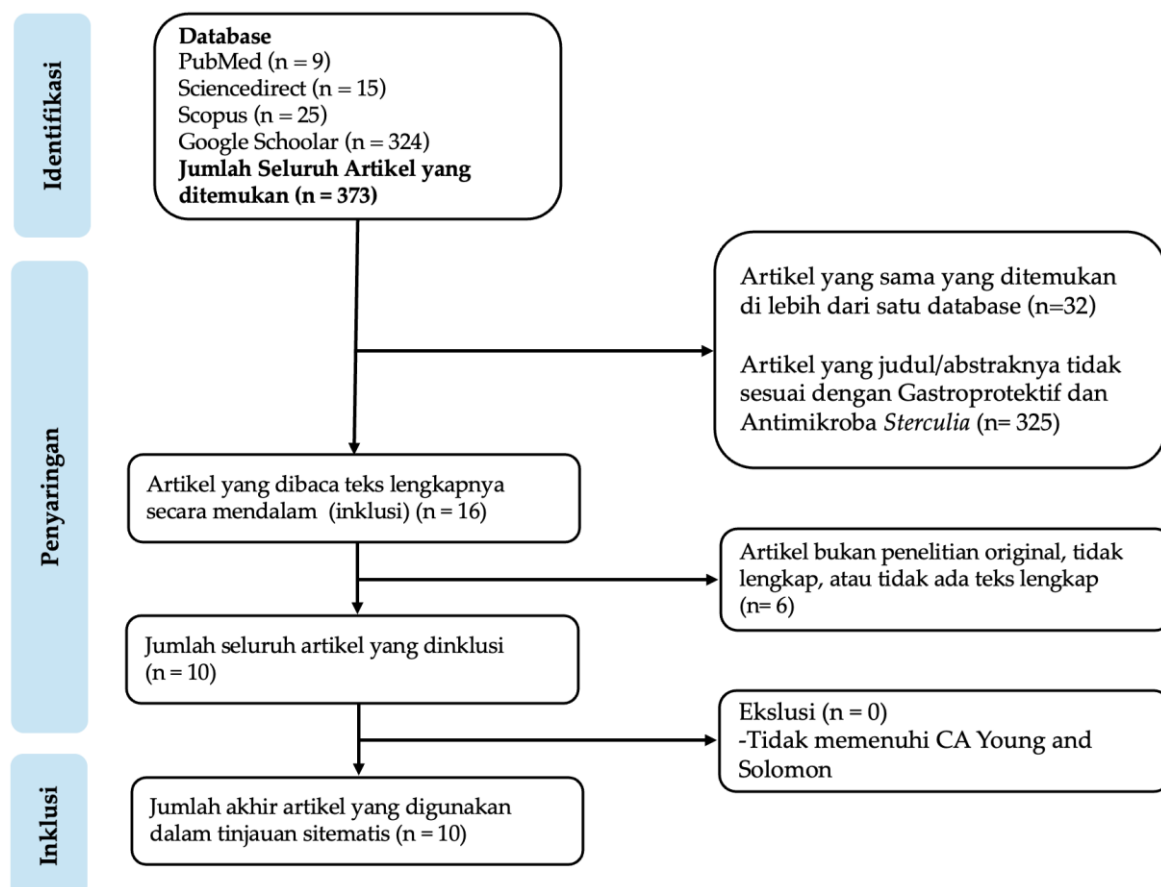
**Tabel 2.** Penilaian Artikel berdasarkan Kriteria (Young & Solomon (2009))

| No | Penulis & Tahun                  | Judul Jurnal                                                                                                                                                                                 | Relevansi pertanyaan penelitian | Kebaruan studi | Jenis pertanyaan penelitian | Kesesuaian desain studi | Penanganan sumber bias utama | Kesesuaian dengan protokol awal | Pengujian hipotesis | Ketepatan analisis statistik | Kesesuaian data dengan kesimpulan | Konflik kepentingan | Skor Total | Kesimpulan |
|----|----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|----------------|-----------------------------|-------------------------|------------------------------|---------------------------------|---------------------|------------------------------|-----------------------------------|---------------------|------------|------------|
|    |                                  |                                                                                                                                                                                              | 1                               | 2              | 3                           | 4                       | 5                            | 6                               | 7                   | 8                            | 9                                 | 10                  |            |            |
| 1  | Purwanti<br>ingsih et al. (2024) | Antibacterial Activity of Faloak ( <i>Sterculia quadrifida</i> R. Br) Bark: A Promising Natural Antibacterial Candidate                                                                      | Low                             | Low            | Low                         | Low                     | Low                          | Low                             | Low                 | Low                          | Low                               | Low                 | 10         | INKLUSI    |
| 2  | Song et al. (2014)               | Gastroprotective Effects of Methanolic Extract of <i>Sterculia nobilis</i> Smith Seeds in Reserpine-Induced Gastric Ulcer in Mice                                                            | Low                             | Low            | Low                         | Low                     | Low                          | Low                             | Low                 | Low                          | Low                               | Low                 | 10         | INKLUSI    |
| 3  | Mogbojuri et al. (2016)          | Phytochemical screening, safety evaluation, anti-inflammatory and analgesic studies of the leaf extracts of <i>Sterculia tragacantha</i>                                                     | Low                             | Low            | Low                         | Low                     | Low                          | Low                             | Low                 | Low                          | Low                               | Low                 | 10         | INKLUSI    |
| 4  | Al-Ramamneh et al. (2022)        | Efficacy of <i>Sterculia diversifolia</i> Leaf Extracts: Volatile Compounds, Antioxidant and Anti-Inflammatory Activity, and Green Synthesis of Potential Antibacterial Silver Nanoparticles | Low                             | Low            | Low                         | Low                     | Low                          | Low                             | Low                 | Low                          | Low                               | Low                 | 10         | INKLUSI    |
| 5  | De Almeida et al. (2026)         | Evaluation of the Antifungal and Cytotoxic Potential of Crude Extracts from <i>Sterculia foetida</i> L. Seeds — <i>Bulbostylis</i>                                                           | Low                             | Low            | Low                         | Low                     | Unclear                      | Low                             | Low                 | Unclear                      | Unclear                           | Low                 | 7          | INKLUSI    |

|    |                              |                                                                                                                                                        |     |     |     |     |         |     |     |         |         |         |         |    |         |
|----|------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|---------|-----|-----|---------|---------|---------|---------|----|---------|
|    |                              | capillaris (L.) Kunth<br>ex CB Clarke and<br>Pouteria caimito<br>(Ruiz and Pav.) Radlk<br>in Candida spp.                                              |     |     |     |     |         |     |     |         |         |         |         |    |         |
| 6  | Singh &<br>Chauhan<br>(2011) | Barium Ions<br>Crosslinked Alginate<br>and Sterculia Gum-<br>Based Gastroretentive<br>Floating Drug<br>Delivery System for<br>Use in Peptic Ulcers     | Low | Low | Low | Low | Low     | Low | Low | Low     | Low     | Low     | Low     | 10 | INKLUSI |
| 7  | Singh et al.<br>(2010)       | Gastroretentive<br>floating sterculia-<br>alginate beads for use<br>in antiulcer drug<br>delivery                                                      | Low | Low | Low | Low | Low     | Low | Low | Low     | Low     | Low     | Low     | 10 | INKLUSI |
| 8  | Singh et al.<br>(2023)       | Designing biphasic<br>gels from dietary<br>fiber gum by green<br>approach using high<br>energy radiation for<br>biomedical<br>applications             | Low | Low | Low | Low | Low     | Low | Low | Low     | Low     | Low     | Unclear | 9  | INKLUSI |
| 9  | Oppong et<br>al. (2018)      | Ethnopharmacology,<br>phytochemistry, and<br>pharmacology of<br>Sterculia lychnophora<br>Hance (Pangdahai)                                             | Low | Low | Low | Low | Unclear | Low | Low | Unclear | Unclear | Unclear | Unclear | 6  | INKLUSI |
| 10 | Lulan et al.<br>(2018)       | Antioxidant Capacity<br>of Some Selected<br>Medicinal Plants in<br>East Nusa Tenggara,<br>Indonesia: The<br>Potential of Sterculia<br>quadrifida R.Br. | Low | Low | Low | Low | Low     | Low | Low | Low     | Low     | Low     | Unclear | 9  | INKLUSI |

Keterangan Penilaian *Low* : *Low Risk of Bias* (Metodologi memenuhi kriteria secara terdefinisi dan jelas); *Unclear* : *Unclear Risk of Bias* (Penjelasan rinci kurang eksplisit dalam naskah).

Penetapan *domain key* tersebut sejalan dengan pandangan Young & Solomon (2009), yang menyatakan bahwa aspek paling krusial untuk dinilai adalah desain penelitian, meskipun demikian, komponen lain seperti ketepatan metode analisis statistik yang digunakan, cara penginterpretasian hasil, serta pernyataan mengenai ada tidaknya konflik kepentingan juga dapat dianggap sama pentingnya (Young & Solomon, 2009). Berdasarkan hasil penilaian tersebut, disimpulkan bahwa kesepuluh artikel masih memenuhi standar kualitas untuk digunakan dalam rangkuman *Systematic Review*, sehingga seluruh artikel tersebut dipertahankan dan digunakan dalam tahap kajian akhir (*final review*).



**Gambar 1.** Algoritma pemilihan artikel dari proses skrining hingga penilaian paper dengan alat critical appraisal Young & Solomon.

**Tabel 3a.** Hasil Penelitian Potensi Gastroproteksif dan Antimikroba Genus *Sterculia* Secara *In Vitro*

| Penulis & Tahun        | Spesies & Bagian Tanaman                            | Model Eksperimental                                                          | Temuan Utama & Efikasi                                                                                                                                                                        | Mekanisme Fitokimia                                                                                                                                                                                            |
|------------------------|-----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Singh & Chauhan (2011) | <i>Sterculia urens</i> ( <i>Sterculia</i> Gum)      | <i>In vitro</i> drug release, swelling, dan buoyancy studies (pH 1,2 & 6,8). | a. Sistem gastroretentif mengapung ( <i>floating system</i> ) dengan <i>crosslink ion</i> barium menghasilkan pelepasan pantoprazole yang terkontrol.<br>b. Retensi lambung yang tinggi. [16] | a. Gum hidrokoloid sebagai matriks polimer alami berbasis karbohidrat yang membengkak ( <i>swelling</i> ) membentuk gel pelindung lambung.<br>b. Mengontrol difusi obat secara <i>Fickian diffusion</i> . [16] |
| Singh et al. (2023)    | <i>Sterculia urens</i> ( <i>Dietary Fiber Gum</i> ) | <i>In vitro</i> biphasic hydrogel matrix, mucoadhesion                       | a. Efektif sebagai pembawa metronidazole untuk                                                                                                                                                | a. Matriks serat pangan polisakarida memberikan proteksi                                                                                                                                                       |

|                               |                                                         |                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                            |
|-------------------------------|---------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                               |                                                         | <i>strength, DPPH antioxidant assay.</i>                                                          | infeksi saluran cerna (disentri amuba).<br>b. Sifat mukoadhesif kuat pada mukosa saluran cerna serta aktivitas antioksidan tinggi (74,00% <i>scavenging</i> ). [17]                                          | mekanis mukosa lambung.<br>b. Memperlama retensi obat via ikatan mukoadhesif dan mereduksi stres oksidatif GI. [17]                                                                                                        |
| Singh et al. (2010)           | <i>Sterculia urens</i> (Sterculia Gum)                  | <i>In vitro gelation, swelling kinetics, dan drug release dynamics dalam SGF (pH 1,2).</i>        | a. Formulasi manik-manik ( <i>beads</i> ) <i>sterculia</i> -alginat dengan <i>crosslinker</i> CaCl <sub>2</sub> mampu mengapung >24 jam di lambung.<br>b. Melepaskan pantoprazole secara berkelanjutan. [20] | a. Ikatan silang ionik alginat- <i>sterculia</i> gum menghasilkan matriks berpori makro.<br>b. Mengontrol pelepasan zat aktif secara difusi Fickian untuk memulihkan lesi tukak lambung. [20]                              |
| Purwantiningsih et al. (2024) | <i>Sterculia quadrifida</i> R. Br (Kulit Batang Faloak) | <i>In vitro antibacterial assay (Kirby-Bauer disk diffusion) &amp; LC-HRMS analysis.</i>          | Fraksi etil asetat sangat aktif menghambat bakteri patogen saluran cerna Gram-negatif ( <i>Escherichia coli</i> ) serta Gram-positif ( <i>Staphylococcus aureus</i> ). [22]                                  | a. Ditemukan senyawa aktif kuersetin, luteolin, kaempferol, naringenin, dan fraxetin.<br>b. Fraxetin dan senyawa flavonoid mendegradasi dinding sel dan membran sitoplasma bakteri patogen. [22]                           |
| De Almeida et al. (2026)      | <i>Sterculia foetida</i> L. (Biji)                      | <i>In vitro disk diffusion dan microdilution (Candida spp.), MTT cytotoxicity assay.</i>          | Ekstrak heksan dan salin menunjukkan efikasi antifungi yang kuat terhadap patogen oportunistik GI ( <i>Candida albicans</i> , <i>Candida krusei</i> , <i>Candida tropicalis</i> ). [23]                      | a. Mengandung protein spesifik ( <i>lectin-like</i> ) dan asam lemak siklopropenoid.<br>c. Menginduksi lisis membran sel jamur dan menghambat kolonisasi patogen di mukosa usus dengan indeks selektivitas yang aman. [23] |
| Al-Ramamneh et al. (2022)     | <i>Sterculia diversifolia</i> (Daun)                    | <i>In vitro antioxidant, protein denaturation, green synthesis of AgNPs, antibacterial assay.</i> | Ekstrak daun dan nanopartikel perak (AgNPs) hasil sintesis hijau terbukti menghambat kuat patogen enterik lambung/usus seperti <i>Escherichia coli</i> dan <i>Staphylococcus aureus</i> . [24]               | a. Kaya akan polifenol (5,33 mg GAE/g) dan flavonoid (64,88 mg QE/g) serta senyawa volatil (phytol, neophytadiene).<br>d. Berfungsi sebagai bioreduktor AgNPs yang merusak integritas sel patogen. [24]                    |
| Lulan et al. (2018)           | <i>Sterculia quadrifida</i> R.Br. (Kulit Batang Faloak) | <i>In vitro DPPH dan ABTS radical scavenging assays, TPC, TFC.</i>                                | a. Kapasitas antioksidan luar biasa (IC <sub>50</sub> 3,11 µg/mL). Digunakan secara tradisional untuk melindungi saluran cerna dari kerusakan inflamasi dan infeksi. [25]                                    | a. Kandungan fenolik sangat tinggi (661,85 mg GAE/100g) dan flavonoid (116,84 mg QE/100g).<br>b. Menangkal radikal bebas (ROS) guna mencegah kerusakan sel epitel mukosa GI. [25]                                          |

**Tabel 3b.** Hasil Penelitian Potensi Gastroproteksif dan Antimikroba Genus *Sterculia* Secara *In Vivo*

| Penulis & Tahun         | Spesies & Bagian Tanaman                              | Model Eksperimental                                                                                               | Temuan Utama & Efikasi                                                                                                                                                                       | Mekanisme Fitokimia                                                                                                                                                                              |
|-------------------------|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Oppong et al. (2018)    | <i>Sterculia lychnophora</i> Hance (Biji / Pangdahai) | Studi tinjauan komprehensif ( <i>in vivo</i> tikus/mencit dan <i>in vitro</i> ).                                  | Efikasi terbukti secara tradisional dan ilmiah untuk mengatasi pharyngitis, konstipasi kronis, tukak lambung, dan inflamasi mukosa GI. Memiliki efek laksatif yang aman.                     | Mengandung polisakarida larut air, flavonoid, dan asam organik. Polisakarida membentuk lapisan mukoprotektif lambung dan meningkatkan motilitas usus (efek laksatif). [18]                       |
| Song et al. (2014)      | <i>Sterculia nobilis</i> Smith (Biji)                 | <i>In vivo</i> ICR mouse model ( <i>reserpine-induced gastric ulcer</i> , 25 mg/kg).                              | Ekstrak metanol biji (SSME) secara signifikan menurunkan volume cairan lambung, keasaman total, dan indeks ulser. Meregulasi neuropeptida serum (gastrin, somatostatin) kembali normal.      | Kaya akan polifenol, flavonoid, dan polisakarida. Mekanismenya melalui penekanan sekresi asam lambung, sitoproteksi mukosa, peningkatan enzim antioksidan (SOD, GSH-Px), dan penekanan MDA. [19] |
| Mogbojuri et al. (2016) | <i>Sterculia tragacantha</i> (Daun)                   | <i>In vivo</i> acute toxicity (mice), <i>carrageenan &amp; histamine paw edema</i> (rats), <i>writhing test</i> . | Secara etnofarmakologi digunakan untuk diare dan dispepsia. Menunjukkan efek antiinflamasi dan analgesik signifikan ( $p < 0.05$ ). Profil keamanan sangat tinggi ( $LD_{50} > 5000$ mg/kg). | Mengandung saponin, tanin, flavonoid, alkaloid, dan terpenoid yang bekerja sinergis menghambat mediator inflamasi GI (histamin dan prostaglandin). [21]                                          |

### Efikasi Gastroprotektif secara *In Vivo*

Bukti gastroprotektif yang paling kuat dan langsung berasal dari studi *in vivo* Song et al. (2014) terhadap ekstrak metanol biji *Sterculia nobilis* (SSME) pada mencit ICR yang diinduksi tukak lambung dengan reserpin. Pada dosis 200 dan 400 mg/kgBB, SSME menghasilkan inhibisi tukak masing-masing sebesar 43,1% dan 65,1%, mendekati efikasi ranitidine sebagai pembanding standar (81,4%). Mekanisme yang mendasarinya bersifat multitarget: penurunan volume dan keasaman sekresi lambung, modulasi neuropeptida serum berupa peningkatan *vasoactive intestinal peptide* (VIP) dan somatostatin (SS) yang diiringi penurunan substansi P (SP) dan motilin (MTL), serta penguatan pertahanan antioksidan mukosa melalui peningkatan *superoxide dismutase* (SOD) dan penurunan *malondialdehid* (MDA) [19]. Bukti ini diperkuat oleh tinjauan naratif Oppong et al. (2018) terhadap *Sterculia lychnophora* (Pangdahai), yang melaporkan efek gastroprotektif dosis dependen (100–500 mg/kgBB) melalui elevasi enzim antioksidan endogen SOD, *katalase*, dan *glutathione* [18]. Aktivitas anti-inflamasi daun *Sterculia tragacantha* (Mogbojuri et al., 2016), meski tidak diuji langsung pada model ulkus, memberikan dukungan tidak langsung terhadap potensi gastroprotektif melalui penekanan mediator peradangan yang relevan dengan kerusakan mukosa [21].

Pada studi farmakologi *in vivo* yang mengevaluasi ekstrak kasar dan fraksi aktif (seperti *Sterculia nobilis* oleh Song et al., (2014); *Sterculia tragacantha* oleh Mogbojuri et al., (2016); serta *Sterculia quadrifida* oleh Purwantiningsih et al., (2024), uji toksisitas akut dan sub-kronis umumnya menunjukkan batas keamanan yang baik pada dosis efektif terapeutik. Namun demikian, perhatian khusus harus diarahkan pada potensi toksisitas yang timbul dari pendekatan teknologis. Penelitian oleh Singh & Chauhan (2011) yang memanfaatkan ion barium ( $Ba^{2+}$ ) sebagai agen penaut silang pada sistem penghantaran obat gastroretentif berbasis gom *Sterculia* memunculkan isu toksisitas intrinsik barium. Ion barium bebas diketahui bersifat toksik terhadap jaringan mukosa dan sistemik jika mengalami kebocoran atau pelepasan sistemik yang tidak terkontrol. Oleh karena itu, integritas matriks polimer penaut silang harus dipastikan melalui uji pelepasan ion dan evaluasi biokompatibilitas yang ketat.

Mengingat belum adanya uji klinis skala besar yang melibatkan manusia (*human clinical trials*) untuk sebagian besar sediaan berbasis genus *Sterculia*, data keamanan klinis masih sangat terbatas. Implikasi dari keterbatasan ini menuntut dilakukannya rangkaian studi toksikologi praklinis yang komprehensif mencakup uji genotoksitas, teratogenisitas, toksisitas kronis jangka panjang, serta uji hemolisis sel darah merah secara *in vitro* (seperti yang telah diinisiasi pada indeks hemolitik < 5% oleh Singh et al., (2023). Validasi

praklinis ini esensial untuk memastikan *margin of safety* yang memadai sebelum sediaan farmasi berbasis gom *Sterculia* atau ekstrak herbal ini dapat diaplikasikan pada populasi pasien dengan gangguan gastrointestinal kronis.

### Sistem Penghantaran Obat Berbasis Gom *Sterculia*

Suatu dimensi kefarmasian penting yang hanya dibahas secara mendalam pada salah satu naskah adalah pemanfaatan gom *sterculia* (gom karaya, dari *Sterculia urens*) sebagai matriks biopolimer untuk sistem penghantaran obat gastroretentif maupun tertarget ke kolon. Tiga studi dari kelompok peneliti yang sama (Singh et al., 2010; Singh & Chauhan, 2011; Singh et al., 2023) menunjukkan bahwa formulasi manik-manik (*beads*) *sterculia*-alginat dengan *crosslinker* barium ( $Ba^{2+}$ ) maupun kalsium ( $Ca^{2+}$ ) mampu melepaskan pantoprazol secara terkendali melalui mekanisme difusi Fickian, dengan manik-manik berbasis  $Ba^{2+}$  menunjukkan stabilitas jauh lebih unggul dalam buffer pH 7,4 (onset degradasi pada menit ke-210) dibandingkan  $Ca^{2+}$  (menit ke-60), akibat jari-jari ionik  $Ba^{2+}$  yang lebih besar sehingga membentuk konfigurasi koordinasi “kotak telur” yang lebih rapat [20][16][17]. Pengembangan lebih lanjut berupa formulasi *bigel bifasik* (Singh et al., 2023), yang menggabungkan hidrogel gom *sterculia* dengan organogel minyak zaitun, terbukti efektif menghantarkan metronidazol secara terkontrol untuk pengobatan disentri amuba, dengan sifat mukoadhesif, indeks hemolitik di bawah 5%, dan karakter non-trombogenik yang memenuhi standar keamanan biomedis. Temuan ini menegaskan bahwa gom *sterculia* memiliki peran ganda, yakni sebagai eksipien farmasi sekaligus agen bioaktif intrinsik, karena polisakaridanya sendiri menunjukkan aktivitas antioksidan (penghambatan radikal DPPH sebesar 74,00%) terlepas dari obat yang dienkapsulasi [17].

### Peran Ganda Gom *Sterculia* sebagai Eksipien Multifungsional dan Agen Terapeutik

Gom eksudat dari genus *Sterculia* (khususnya *Sterculia urens* atau *Karaya gum*) menunjukkan fenomena menarik dalam bidang teknologi farmasi, yaitu peran ganda (*dual role*) sebagai eksipien fungsional sekaligus agen terapeutik penunjang. Di satu sisi, polisakarida makromolekul ini bertindak sebagai matriks pembawa obat gastroretentif yang mampu mengapung dan membentuk hidrogel mukoadhesif di dalam cairan lambung (Singh et al., 2010; Singh et al., 2023). Di sisi lain, struktur serat diet polisakarida ini memiliki aktivitas biologis intrinsik, termasuk kapasitas antioksidan yang terukur (seperti aktivitas penangkapan radikal DPPH mencapai 74% pada studi Singh et al., 2023) serta efek mukoprotektif lokal.

Jika dikomparasikan dengan polimer sintetik konvensional (seperti HPMC, karbomer, atau natrium alginat murni), gom *Sterculia* memiliki kelebihan dan kekurangan yang perlu dipertimbangkan secara kritis, yakni :

- Kelebihan gom *Sterculia* menawarkan sifat mukoadhesi yang superior melalui keberadaan gugus fungsional karboksilat dan hidroksil bebas yang berinteraksi kuat dengan lapisan mukus lambung. Selain itu, sebagai polimer alamiah, bahan ini bersifat *biodegradable*, non-toksik secara umum, berbiaya relatif rendah, dan ramah lingkungan (*green polymer approach*). Keunggulan utamanya terletak pada aktivitas antioksidan intrinsik yang tidak dimiliki oleh kebanyakan polimer sintetik inersia. Kapasitas antioksidan ini memberikan nilai tambah (*value-added*) yang sinergis dalam patofisiologi gangguan gastrointestinal, di mana stres oksidatif dan spesies oksigen reaktif (ROS) memegang peranan kunci dalam destruksi mukosa lambung dan ulserasi.
- Kekurangan sebagai polisakarida alami, gom *Sterculia* rentan terhadap variabilitas *batch-to-batch* yang dipengaruhi oleh faktor geografis dan musim panen. Karakteristik viskositas dan laju hidrasi gom alam juga sering kali lebih sulit direproduksi secara presisi dibandingkan polimer sintesis terkontrol. Selain itu, kecenderungannya untuk mengalami *swelling* yang terlalu cepat pada pH ekstrem dapat memicu *burst release* jika tidak dimodifikasi melalui teknik penautan silang yang tepat.

### Aktivitas Antimikroba terhadap Patogen Gastrointestinal

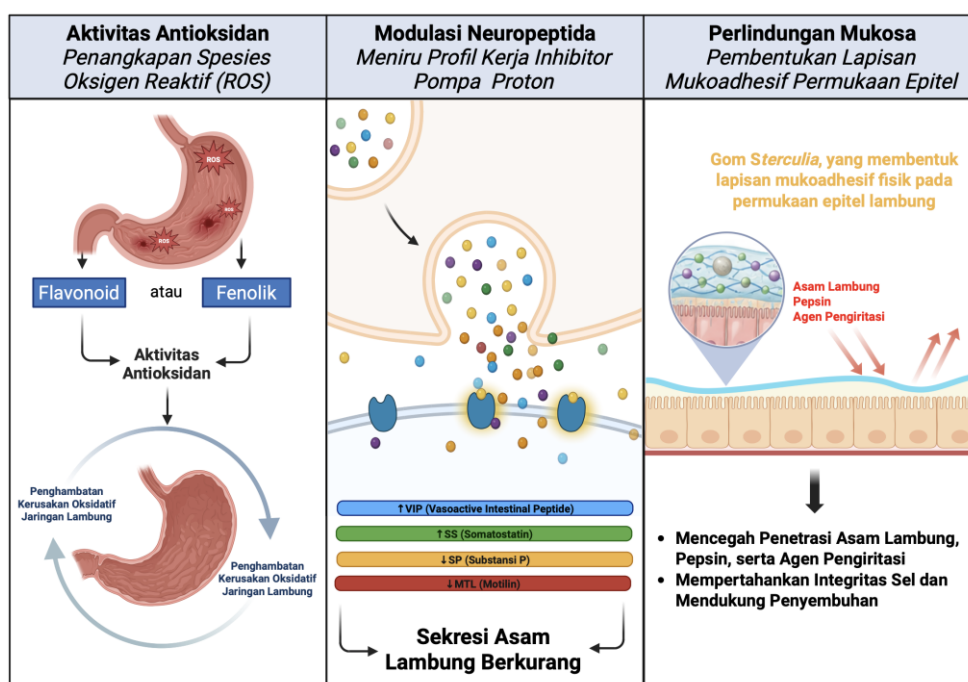
Aktivitas antimikroba genus *Sterculia* terkonfirmasi secara konsisten di seluruh spesies yang dikaji, meski melalui mekanisme dan senyawa aktif yang berbeda. *Sterculia quadrifida* menunjukkan hambatan bermakna terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*, dengan fraksi etil asetat kulit batang menghasilkan zona hambat terbesar (11,4 mm dan 14,0 mm) yang didominasi oleh senyawa kumarin fraxetin (69,30% dari total puncak LC-HRMS). Fraxetin bekerja melalui mekanisme multi-target berupa peningkatan permeabilitas membran sel bakteri, penghambatan topoisomerase I dan II, serta interferensi sintesis asam

nukleat dan protein, mekanisme yang secara teoretis menurunkan risiko resistensi mikroba dibandingkan antibiotik konvensional. *Sterculia foetida* menunjukkan potensi antijamur yang menonjol terhadap *Candida spp.*, dengan indeks selektivitas ekstrak heksan yang melampaui ketokonazol sebagai obat referensi, diduga akibat afinitas tinggi asam lemak siklopropana lipofilik terhadap membran sel jamur yang kaya ergosterol. Nanopartikel perak hasil sintesis hijau dari ekstrak daun *S. diversifolia* turut menunjukkan aktivitas antibakteri kuat terhadap *E. coli* dan *S. aureus*. Sementara itu, *Sterculia lychnophora* menunjukkan spektrum antimikroba paling luas, mencakup *E. coli*, *Salmonella typhi*, *Bacillus dysenteriae*, *S. aureus*, dan *Candida albicans* pada konsentrasi 40–80 µg/mL, sejalan dengan penggunaannya tradisional sebagai antiseptik oral dan obat infeksi saluran cerna di Tiongkok, Laos, Vietnam, dan Thailand.

### Aktivitas Antioksidan dan Anti-inflamasi sebagai Landasan Gastroproteksi

Kapasitas antioksidan yang kuat menjadi benang merah yang menghubungkan hampir seluruh studi. Ekstrak metanol akar *Sterculia quadrifida* mencatat kapasitas peredaman radikal tertinggi di antara 24 tanaman obat tradisional Nusa Tenggara Timur, dengan IC<sub>50</sub> DPPH sebesar 3,11 µg/mL, didukung kandungan total flavonoid dan fenolik yang tinggi. Aktivitas serupa juga teramati pada *S. diversifolia*, *Sterculia nobilis* (melalui kandungan polifenol dan vitamin C, E, B2, D pada bijinya), dan gom *Sterculia urens* itu sendiri. Pada dimensi anti-inflamasi, *S. diversifolia* menghambat denaturasi protein hingga 79,6%, mendekati efikasi *diclofenac potassium* sebagai standar NSAID, sementara ekstrak daun *Sterculia tragacantha* secara signifikan menekan edema kaki yang diinduksi histamin maupun karagenan serta menunjukkan aktivitas analgesik perifer pada uji geliat. Fraksi polisakarida *Sterculia lychnophora* juga terbukti menghambat edema telinga dan pembentukan granuloma. Karena inflamasi mukosa dan stres oksidatif merupakan patofisiologi sentral pada ulkus peptikum dan gastritis, kedua jenis aktivitas ini meskipun sebagian besar belum diuji langsung pada model ulkus *in vivo* memberikan landasan mekanistik yang kuat bagi klaim gastroprotektif genus *Sterculia*.

### Konvergensi Mekanistik dan Dasar Fitokimia



**Gambar 2.** Konvergensi Mekanistik dan Profil Fitokimia Efek Gastroprotektif pada Genus *Sterculia* (dibuat pada <https://BioRender.com> tanggal 06 Juli 2026)

Secara keseluruhan, bukti dari kedua tinjauan mengarah pada tiga jalur mekanistik utama yang saling melengkapi dalam menjelaskan efek gastroprotektif genus *Sterculia*: (1) penangkapan spesies oksigen reaktif (ROS) melalui aktivitas antioksidan flavonoid dan fenolik; (2) modulasi neuropeptida (VIP, SS, SP, MTL) yang meniru profil kerja inhibitor pompa proton pada tingkat farmakodinamik, sebagaimana diungkap secara unik oleh Song et al. (2015); dan (3) perlindungan mukosa yang dimediasi matriks polimer polisakarida gom *sterculia*, yang membentuk lapisan mukoadhesif fisik pada permukaan epitel lambung. Ketiga jalur ini

didukung oleh keragaman kelas fitokimia yang teridentifikasi lintas spesies, meliputi flavonoid (kuersetin, luteolin, kaempferol, naringenin), kumarin (fraxetin), alkaloid kuinolinon unik pada *Sterculia lychnophora* (Sterkulinin I dan II), polisakarida asam kaya asam galakturonat, terpenoid (squalene, germanicol), serta asam lemak siklopropana. Variasi kuantitatif dan kualitatif antar-spesies ini mencerminkan prinsip kemotaksonomi bahwa spesies dalam satu genus berbagi kecenderungan biosintesis metabolit sekunder yang serupa, namun tetap dipengaruhi oleh faktor ekologis, geografis, dan genetik, sehingga menghasilkan profil aktivitas biologis yang khas untuk masing-masing spesies *Sterculia quadrifida* unggul dalam antioksidan dan antibakteri, *Sterculia foetida* dalam antijamur, *Sterculia lychnophora* dalam spektrum antimikroba dan gastroprotektif yang luas, serta *Sterculia urens* dalam fungsi biofarmasetika sebagai eksipien penghantaran obat.

### Keterbatasan Bukti yang Teridentifikasi

Kedua tinjauan secara konsisten mengidentifikasi keterbatasan mendasar yang sama, yakni ketiadaan data uji klinis pada manusia serta absennya evaluasi aktivitas terhadap *Helicobacter pylori*-patogen gastrointestinal paling signifikan secara klinis sebagai penyebab utama ulkus peptikum dan gastritis kronik. Selain itu, mayoritas studi bersifat *in vitro* atau menggunakan model hewan dengan protokol induksi ulkus yang heterogen (reserpin, ligasi pilorus, etanol), sehingga perbandingan efikasi antarstudi menjadi kurang presisi. Heterogenitas metodologis lain turut mencakup variasi pelarut ekstraksi, bagian tanaman yang digunakan, serta protokol pengujian antibakteri, yang secara kolektif menghambat pelaksanaan meta-analisis kuantitatif. Data toksikologi dan keamanan juga masih sangat terbatas dan hanya beberapa studi yang melaporkan evaluasi sitotoksitas atau toksisitas akut, sementara karakterisasi fitokimia mendalam berbasis LC-HRMS atau HPLC baru dilakukan pada satu studi (Purwantiningsih et al., 2024). Ditambah lagi, tiga dari sepuluh studi mengenai gom *Sterculia urens* berasal dari satu kelompok peneliti yang sama, sehingga memunculkan risiko bias optimasi laboratorium tunggal yang memerlukan replikasi independen sebelum dapat digeneralisasikan.

### Implikasi dan Agenda Penelitian ke Depan

Bagi praktisi klinis dan industri farmasi, bukti praklinis yang terkumpul memberikan dasar ilmiah parsial bagi penggunaan tradisional genus *Sterculia* termasuk faloak (*Sterculia quadrifida*) di Nusa Tenggara Timur dan Pangdahai (*Sterculia lychnophora*) yang telah tercantum dalam Farmakope Tiongkok 2015. Informasi ini dapat dijadikan sebagai landasan praklinis dalam pengembangan kandidat gastroprotektif berbasis *Sterculia*. Gom *sterculia* diproyeksikan memiliki nilai komersial ganda sebagai eksipien penghantaran obat berbiaya rendah sekaligus agen bioaktif untuk formulasi anti-tukak, antibiotik eradikasi *Helicobacter pylori*, maupun agen antipprotozoal. Bagi pembuat kebijakan, kedua tinjauan merekomendasikan pengembangan monografi farmakope terstandar, dukungan uji klinis Fase I/II, serta kerangka regulasi untuk standarisasi fitokimia dan kontrol mutu, termasuk batas cemaran aflatoxin pada bahan baku botanikal tropis. Dari perspektif konservasi, praktik pengelupasan kulit batang faloak yang berlebihan menuntut kebijakan budidaya terkontrol dan domestikasi guna menjaga keberlanjutan populasi liar. Agenda penelitian prioritas yang disepakati kedua naskah mencakup: pengujian aktivitas anti-*Helicobacter pylori* secara langsung; studi *in vivo* pada model ulkus yang tervalidasi dan terstandarisasi; isolasi serta karakterisasi senyawa penanda aktif (fraxetin, Sterkulinin I/II) melalui HPLC-DAD atau LC-MS/MS; studi farmakokinetik dan *docking* molekuler terhadap reseptor neuropeptida; uji keamanan praklinis komprehensif termasuk toksisitas formulasi berbasis barium; serta eksplorasi nanoformulasi dan survei etnofarmakologi yang lebih luas di kawasan yang masih kurang terdokumentasi seperti Afrika Barat dan Asia Tenggara.

### Kesimpulan

Tinjauan sistematis ini menunjukkan bahwa genus *Sterculia* memiliki potensi yang menjanjikan sebagai sumber agen gastroprotektif dan antimikroba melalui mekanisme yang bersifat multifaktorial. Efek gastroprotektif terutama berkaitan dengan penekanan sekresi asam lambung, modulasi neuropeptida gastrointestinal, peningkatan sistem pertahanan antioksidan, penghambatan proses inflamasi, serta pembentukan lapisan mukoprotektif oleh polisakarida. Di antara spesies yang dikaji, *Sterculia nobilis* menunjukkan bukti gastroprotektif *in vivo* yang paling langsung, sedangkan *Sterculia quadrifida*, *Sterculia foetida*, dan *Sterculia diversifolia* memperlihatkan aktivitas antimikroba terhadap berbagai bakteri dan jamur

yang relevan dengan gangguan gastrointestinal. Selain itu, gom *Sterculia urens* memiliki nilai farmasetis sebagai matriks penghantaran obat gastroretentif sekaligus menunjukkan aktivitas biologis intrinsik berupa sifat mukoadhesif dan antioksidan. 1727 Toy Copyediting 1727 Toy Copyediting

Secara mekanistik, aktivitas tersebut terutama ditunjang oleh senyawa flavonoid, fenolik, kumarin, terpenoid, polisakarida, alkaloid, dan asam lemak bioaktif yang bekerja melalui penangkapan spesies oksigen reaktif, perlindungan integritas mukosa, modulasi mediator inflamasi dan neuropeptida, serta gangguan terhadap struktur dan fungsi sel mikroba. Temuan ini mendukung potensi pengembangan *Sterculia* sebagai kandidat bahan aktif maupun eksipien multifungsional untuk terapi gangguan gastrointestinal. Namun, bukti yang tersedia masih didominasi oleh penelitian in vitro dan praklinis, dengan heterogenitas metode yang cukup tinggi, data toksikologi yang terbatas, belum adanya bukti klinis yang memadai pada manusia, serta sangat terbatasnya evaluasi langsung terhadap *Helicobacter pylori*. Oleh karena itu, diperlukan penelitian lanjutan yang terstandardisasi, terutama pengujian anti-*H. pylori*, karakterisasi senyawa aktif dan penanda fitokimia, evaluasi keamanan komprehensif, studi farmakokinetik, serta uji klinis terkontrol untuk.

## Konflik Kepentingan

Penulis menyatakan bahwa tidak ada konflik kepentingan finansial maupun non-finansial yang relevan dengan konten artikel ini.

## Referensi

- [1] Huang, Q., Liu, J., Chen, X., & Zhang, Y. (2025). Gender and age differences in the global burden of peptic ulcers: an analysis based on GBD data from 1990 to 2021. *Frontiers in Public Health*, 13, 1511050. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2025.1511050>
- [2] Li, R., Zhang, H., Wang, M., & Chen, Z. (2025). Global, regional, and national burden of gastritis and duodenitis from 1990 to 2021 with projections to 2050: a systematic analysis of the Global Burden of Disease Study 2021. *EClinicalMedicine*, 72, 102612. <https://doi.org/10.1016/j.eclinm.2024.102612>
- [3] Hooi, J. K. Y., Lai, W. Y., Ng, W. K., Suen, M. M. Y., Underwood, F. E., Tanyingoh, D., Malfertheiner, P., Graham, D. Y., Chan, F. K. L., & Sung, J. J. Y. (2017). Global prevalence of *Helicobacter pylori* infection: Systematic review and meta-analysis. *Gastroenterology*, 153 (2), 420–429. <https://doi.org/10.1053/j.gastro.2017.04.022>
- [4] Sande, N., Abreu, M. H., & Vale, F. F. (2024). Global prevalence of *Helicobacter pylori* infection and incidence of gastric cancer between 1980 and 2022. *Gastroenterology*, 167(1), 60–72. <https://doi.org/10.1053/j.gastro.2023.12.022>
- [5] Sathianarayanan, S., Bhaskar, J. P., Sukumaran, S., & Krishnan, V. (2023). A new approach against *Helicobacter pylori* using plants and its constituents: A review study. *Microbial Pathogenesis*, 169, 105678. <https://doi.org/10.1016/j.micpath.2022.105678>
- [6] Godavarthy, P., Nair, A., & Shah, A. (2023). From antibiotic resistance to antibiotic renaissance: A new era in *Helicobacter pylori* treatment. *Cureus*, 15(3), e36064. DOI: 10.7759/cureus.36041
- [7] El-Sherei, M. M., Singab, A. N., & Youssef, F. S. (2016). Phytochemistry, biological activities and economical uses of the genus *Sterculia* and the related genera: A review. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Sciences*, 9(2), 887–910.
- [8] Wang, Y., Li, X., Zhang, T., & Liu, R. (2024). A review on the phytochemistry and pharmacology of the genus *Sterculia*. *Chemistry & Biodiversity*, 21(7), e202400963. <https://doi.org/10.1002/cbdv.202400963>
- [9] Thabet, A. A., Youssef, F. S., El-Shazly, M., & Singab, A. N. B. (2018). *Sterculia* and *Brachychiton*: A comprehensive overview on their ethnopharmacology, biological activities, phytochemistry and the role of their gummy exudates in drug delivery. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 70(4), 411–436. <https://doi.org/10.1111/jphp.12876>
- [10] Sousa, J. F., Brito, S. A., Gomes, P. X., Alencar, N. M., Vale, C. A., Oliveira, R. C., & Oliveira, F. A. (2012). Gastroprotective activity of *Sterculia striata* A. St. Hil. & Naudin (Malvaceae) in rodents. *Zeitschrift für Naturforschung C*, 67(3–4), 163–171. <https://doi.org/10.1515/znc-2012-3-404>

- [11] Chen, M., Wu, J., He, L., & Zhu, S. (2019). Gastroprotective effects of methanolic extract of *Sterculia nobilis* Smith seeds in reserpine-induced gastric ulcer in mice. *Journal of Food Science*, 84(10), 2887–2895. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.14779>
- [12] Tor-Anyiin, T. A., Akpuaka, M. U., & Oluma, H. O. A. (2011). Phytochemical and antimicrobial studies on stem bark extract of *Sterculia setigera*, Del. *African Journal of Biotechnology*, 10(53), 11011–11015. <https://doi.org/10.5897/AJB10.1493>
- [13] Lyzu, C., Mitra, S., Perveen, K., Khan, Z., Tareq, A. M., Bukhari, N. A., ... Emran, T. B. (2022). Phytochemical profiling, antioxidant activity, and in silico analyses of *Sterculia villosa* and *Vernonia patula*. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2022, 4710964. <https://doi.org/10.1155/2022/4710964>
- [14] Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., . . . Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, 372, n71. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- [15] Young, J. M., & Solomon, M. J. (2009). How to critically appraise an article. *Nature Clinical Practice Gastroenterology & Hepatology*, 6(2), 82–91. <https://doi.org/10.1038/ncpgasthep1331>
- [16] Singh, B., & Chauhan, D. (2011). Barium ions crosslinked alginate and sterculia gum-based gastroretentive floating drug delivery system for use in peptic ulcers. *International Journal of Polymeric Materials and Polymeric Biomaterials*, 60(9), 684–705. <https://doi.org/10.1080/00914037.2010.551354>
- [17] Singh, B., Sharma, V., Kumar, R., & Sharma, D. (2023). Designing biphasic gels from dietary fiber sterculia gum by green approach using high energy radiation for biomedical applications. *Food Hydrocolloids for Health*, 3, Article 100137. <https://doi.org/10.1016/j.fhfh.2023.100137>
- [18] Oppong, M. B., Li, Y., Banahene, P. O., Fang, S.-M., & Qiu, F. (2018). Ethnopharmacology, phytochemistry, and pharmacology of *Sterculia lychnophora* Hance (Pangdahai). *Chinese Journal of Natural Medicines*, 16(10), 721–0731. [https://doi.org/10.1016/S1875-5364\(18\)30113-1](https://doi.org/10.1016/S1875-5364(18)30113-1)
- [19] Song, J.-L., Sun, P., Wang, R., & Zhao, X. (2014). Gastroprotective effects of methanolic extract of *Sterculia nobilis* Smith seeds in reserpine-induced gastric ulcer in mice. *Journal of Food Biochemistry*, 38(6), 596–606. <https://doi.org/10.1111/jfbc.12125>
- [20] Singh, B., Sharma, V., & Chauhan, D. (2010). Gastroretentive floating sterculia-alginate beads for use in antiulcer drug delivery. *Chemical Engineering Research and Design*, 88(8), 997–1012. <https://doi.org/10.1016/j.cherd.2010.01.017>
- [21] Mogbojuri, O. M., Adedapo, A. A., & Abatan, M. O. (2016). Phytochemical screening, safety evaluation, anti-inflammatory and analgesic studies of the leaf extracts of *Sterculia tragacantha*. *Journal of Complementary and Integrative Medicine*, 13(4), 375–383. <https://doi.org/10.1515/jcim-2015-0114>
- [22] Purwantiningsih, T. I., Widyobroto, B. P., Suranindyah, Y. Y., & Artama, W. T. (2024). Antibacterial activity of fal oak (*Sterculia quadrifida* R. Br) bark: A promising natural antibacterial candidate. *Farmacia*, 72(4), 832–839. <https://doi.org/10.31925/farmacia.2024.4.11>
- [23] de Almeida, R., Quejada, L. F., da Silva, L. L., Vidal, V., Vericimo, M. A., & Faria, R. X. (2026). Evaluation of the antifungal and cytotoxic potential of crude extracts from *Sterculia foetida* L. seeds—*Bulbostylis capillaris* (L.) Kunth ex CB Clarke and *Pouteria caimito* (Ruiz and Pav.) Radlk in *Candida* spp. *Processes*, 14(3), 1–15.
- [24] Al-Ramamneh, E. A.-D. M., Ghrair, A. M., Shakya, A. K., Alsharafa, K. Y., Al-Ismail, K., Al-Qaraleh, S. Y., Mojski, J., & Naik, R. R. (2022). Efficacy of *Sterculia diversifolia* leaf extracts: Volatile compounds, antioxidant and anti-inflammatory activity, and green synthesis of potential antibacterial silver nanoparticles. *Plants*, 11(19), Article 2492. <https://doi.org/10.3390/plants11192492>
- [25] Lulan, T. Y. K., Fatmawati, S., Santoso, M., & Ersam, T. (2018). Antioxidant capacity of some selected medicinal plants in East Nusa Tenggara, Indonesia: The potential of *Sterculia quadrifida* R.Br. *Free Radicals and Antioxidants*, 8(2), 96–101. <https://doi.org/10.5530/fra.2018.2.15>